



Banegodstrafikkens konflikter - Sverige-Tyskland

Landex, Alex

Published in:
Proceedings fra Trafikdage

Publication date:
2009

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Landex, A. (2009). Banegodstrafikkens konflikter - Sverige-Tyskland. In *Proceedings fra Trafikdage*

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Banegodstrafikkens konflikter – Sverige-Tyskland

Alex Landex
DTU Transport
Bygningstorvet 116V
2800 Kgs. Lyngby
e-mail: al@transport.dtu.dk

1 Abstract

Danmark er et af de lande i Europa der udnytter jernbanekapaciteten mest, og hvor det i dag er svært at finde ledig kapacitet til at køre flere godstog, jf. afsnit 2. Med prioritering af passagertogene betyder det at der er en række konflikter for godstogene gennem Danmark med længere rejsetid og flere overhalinger til følge. På den baggrund analyserer artiklen i afsnit 3 de væsentligste nuværende konflikter for banegodstransitkorridoren fra Sverige via Danmark til Tyskland.

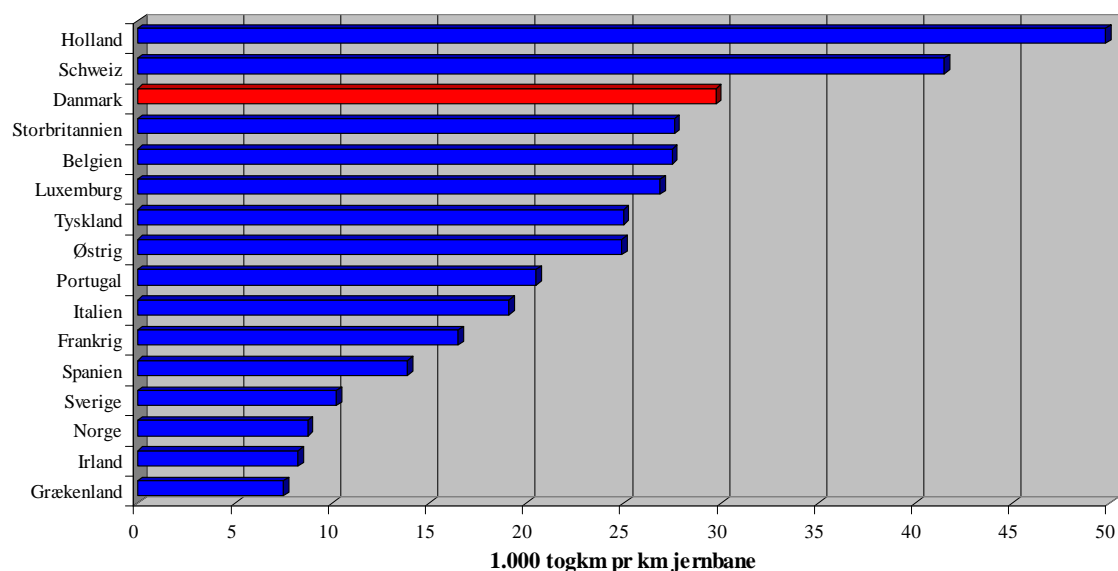
Med åbningen af Femernforbindelsen vil godstransitkorridoren deles i to ved Ringsted – en korridor via Fyn og Jylland og en korridor via Femern. Den nye korridor vil skabe nye udfordringer/flaskehalse mens den eksisterende korridor via Fyn og Jylland vil aflastes. Med øget passagertrafik vil passagertrafik og indførelse af Timemodellen vil der imidlertid skabes nye konflikter også ad denne korridor, jf. afsnit 4.

Afsnit 5 beskriver de fremtidige muligheder for at reducere konflikterne for banegodstrafikken gennem ændrede køreplaner for gods- og passagertog, opgradering af baner og nybygning. Afslutningsvis opsummeres paperet i afsnit 6.

Keywords: Jernbane, gods, kapacitet, konflikter, Infrastruktur

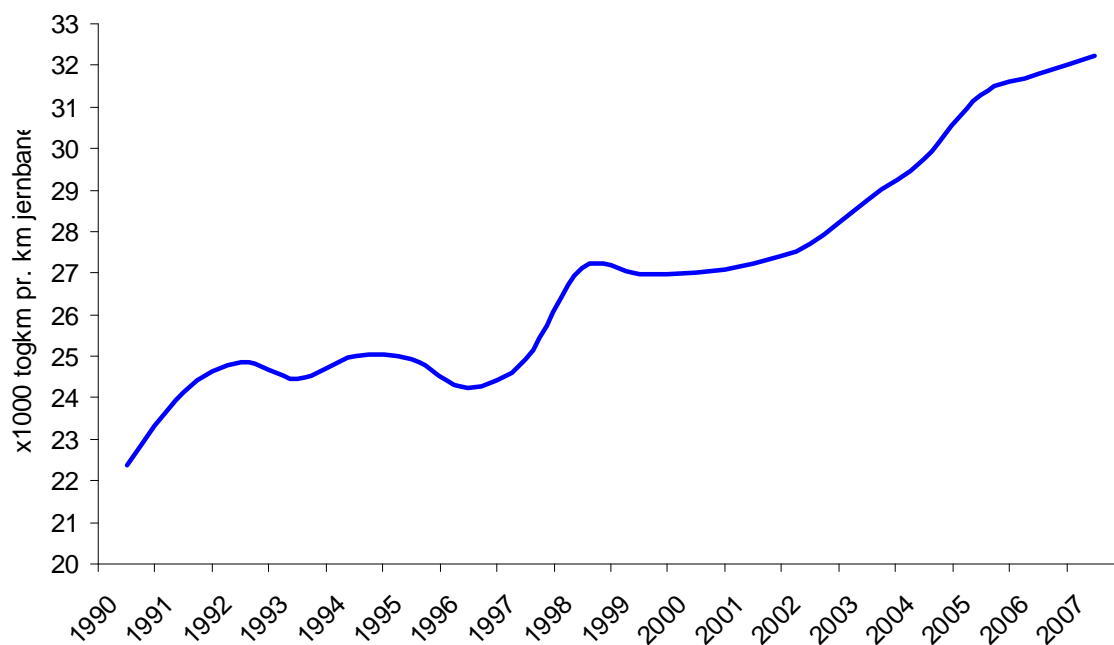
2 Introduktion

Danmark er i dag på en 3. plads i Europa hvad angår udnyttelsen af jernbanenettet målt i antal togkilometer pr. km jernbane, jf. figur 1. Denne høje udnyttelse af jernbanenettet betyder at én forsinkelse fra ét forsinket tog let spredes til andre tog. Derudover indhenter hurtige tog ofte langsommere kørende tog, hvorfor de hurtige tog er nødt til at sætte hastigheden ned eller de langsomme (gods)tog har brug for at blive overhalet med længere rejsetid til følge.



Figur 1: Landenes udnyttelse af jernbanenettet i Europa [Trafikstyrelsen 2007a]¹.

Kapacitetsudnyttelsen i Danmark har været stødt stigende de senere år, jf. figur 2. Denne øgede kapacitetsudnyttelse har medført at der er færre frihedsgrader i køreplanlægningen og driftsafviklingen, hvorfor det er sværere at planlægge og afvikle blandet trafik med både lyn-, regional-, lokal- og godstog.

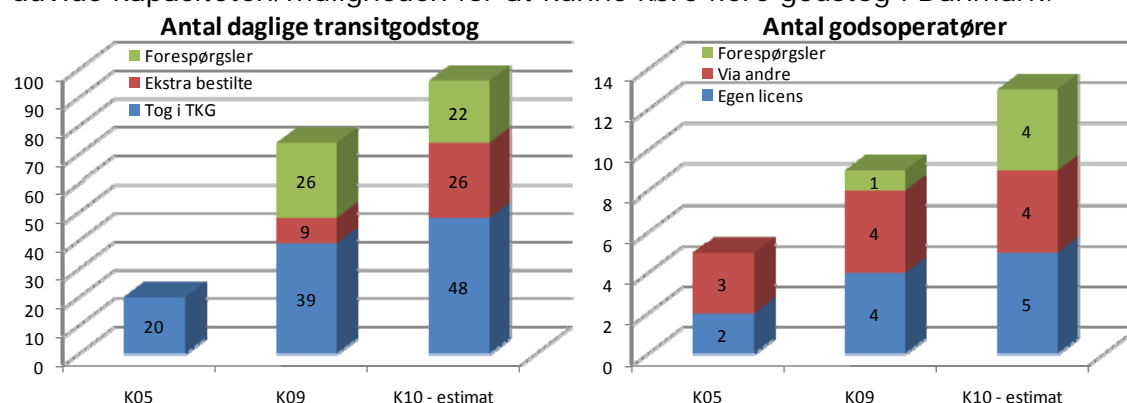


Figur 2: Udviklingen i udnyttelsen af det danske jernbanenet [Landex 2008].

¹ Data omkring Danmark var ukorrekt. Derfor er data for Danmark blevet korrigeret baseret på information fra Trafikstyrelsen.

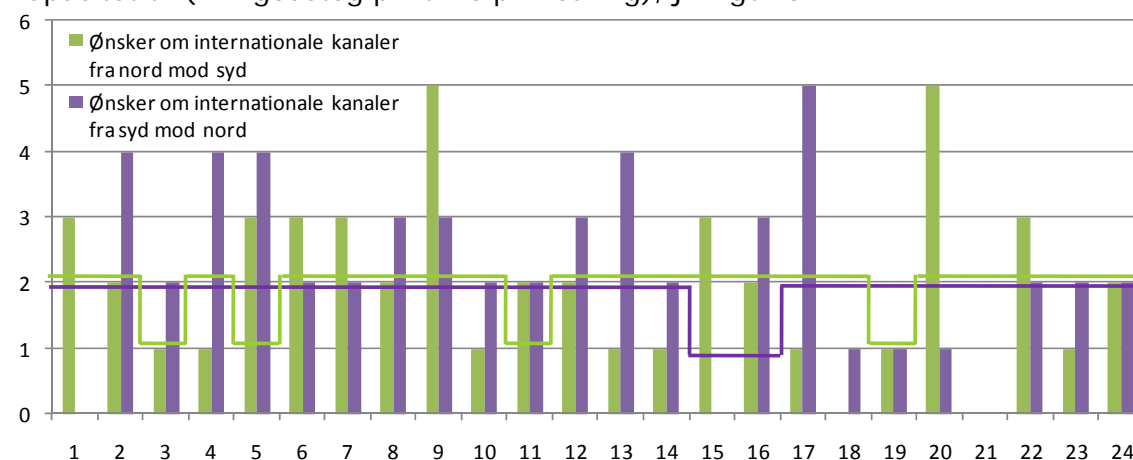
[illegible]

De senere år har der været en stor fremgang i antallet af transitgodstog gennem Danmark og antallet af godsoperatører der kører i Danmark, jf. figur 4. Denne stigning i transitgodstog og godsoperatører er sket på trods af de mange kapacitetsflaskehalse, men for at kunne fortsætte væksten er det nødvendigt at udvide kapaciteten/muligheden for at kunne køre flere godstog i Danmark.



Figur 4: Udviklingen i transitgodstog og godstogsoperatører².

De senere års udvikling i godstrafikken har betydet at Banedanmark, der tildeler kanaler til togoperatørerne, for år 2009 har været nødt til at afvise fire daglige godstog pga. mangel på kapacitet [dr.dk 2008]. Faktisk er ønsket om at køre godstog gennem Danmark på langt de fleste tidspunkter større end hvad der er kapacitet til (1-2 godstog pr. time pr. retning), jf. figur 5.



Figur 5: Ønsker om og muligheder for antallet af godstog i Danmark i 2009. Tidspunktet på X-aksen angiver godstogenes starttidspunkt i Danmark³.

Med en fast forbindelse over Femern Bælt forventes det at der kommer endnu flere godstog gennem Danmark. Det skyldes bl.a., at der stadig sejles en del godstog over Østersøen fra Sverige, som vil kunne udnytte en ny og mere

² Finanskrisen har betydet en tilbagegang i godstrafikken, men når det igen går fremad for økonomien vil der igen komme fremgang for godstrafikken. Afmatningen i godstrafikken på jernbane kan derfor anses som midlertidig. Data stammer fra Banedanmark

³ Data stammer fra Banedanmark.

direkte forbindelse gennem Danmark. Derudover vil hurtigere og billigere direkte godstog over Femern Bælt være mere konkurrencedygtige i forhold til lastbiltrafik, end tog der kører omvejen via Storebælt, Fyn og Jylland eller tog, der sejles fra Sydsverige til Tyskland. Regeringens trafikinvesteringsplan [Regeringen 2008] og det efterfølgende trafikforlig [Transportministeriet 2009] lægger op til at der fra 2011 indføres vejafgifter (road pricing) for lastbiler i Danmark. Dette må forventes at medføre en overflytning af gods til jernbane.

I Sverige er der forventninger om at der i 2020 er et potentiale for at der kører dobbelt så mange godstog⁴. Tilsvarende danske prognoser for godstrafikken peger på at godstrafikken kan forventes fordoblet fra år 2000 til 2025 [Trafikstyrelsen 2007b]. For at kunne køre så mange transitgodstog gennem Danmark er det nødvendigt at få udbygge infrastrukturen så flere af flaskehalsene for godstrafikken gennem Danmark fjernes.

3 Korridoren Sverige-Tyskland år 2009

En stor del af flaskehalsene i Danmark ligger på hovedbanenettet (jf. figur 6), hvorfor transitgodstogene fra Sverige til Tyskland skal passere en stor del af disse. De nedenstående afsnit gennemgår de væsentligste flaskehalse for transitgodstogene.

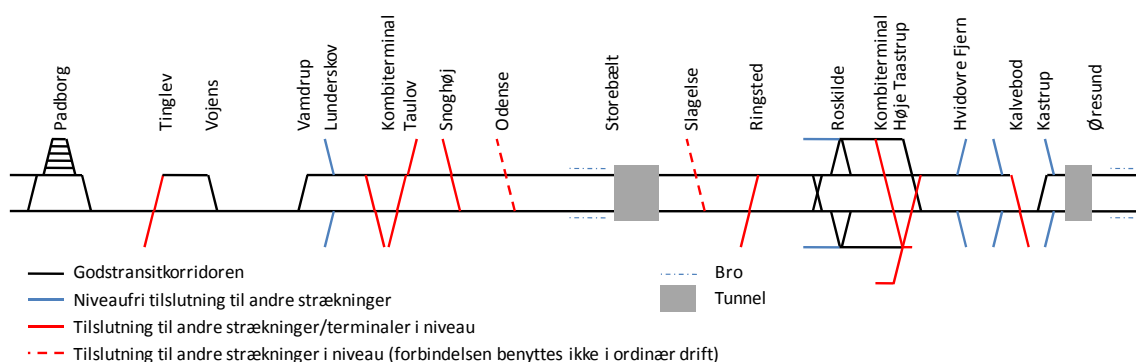
⁴ Se [Ingvarðsson & Jensen 2009] for sammenfattende litteraturstudium



Figur 6: Godsmængder på det danske jernbanenet [Schneider-Tilli, 2009, side 2].

3.1 Godskorridorens generelle konflikter

Godstransitkorridoren er hovedsageligt en dobbeltsporet strækning, men der er også enkeltsporede strækninger og et kort stykke hvor der er fire spor, jf. figur 7. Der er en del baner der støder til godskorridoren, hvorfor der er en del udfletninger. En del af udfletningerne er i niveau, hvilket betyder at der kan opstå konflikter med andre tog.



Figur 7: Godstransitkorridoren gennem Danmark (ikke målfast).

Udover de enkeltsporede strækninger og udfletningerne i niveau er der kun et begrænset antal muligheder for at overhale godstog af fuld længde (835 meter), jf. tabel 1. Hovedparten af overhalingssporene er kun beregnet til at overhale tog i den ene køreretning, da togene ellers skal krydse det andet hovedspor med risiko for konflikter med andre tog til følge.

Tabel 1: Overhalingsspor til overhaling af godstog af fuld længde (835 meter).

Nordlig/østlig retning	Sydlig/vestlig retning	Begge retninger
Glostrup	Slagelse	Høje Taastrup
Ringsted	Middelfart	Borup
Sorø	Kolding	Ejby
Vamdrup	Vojens	Taulov
Rødekro		Tinglev

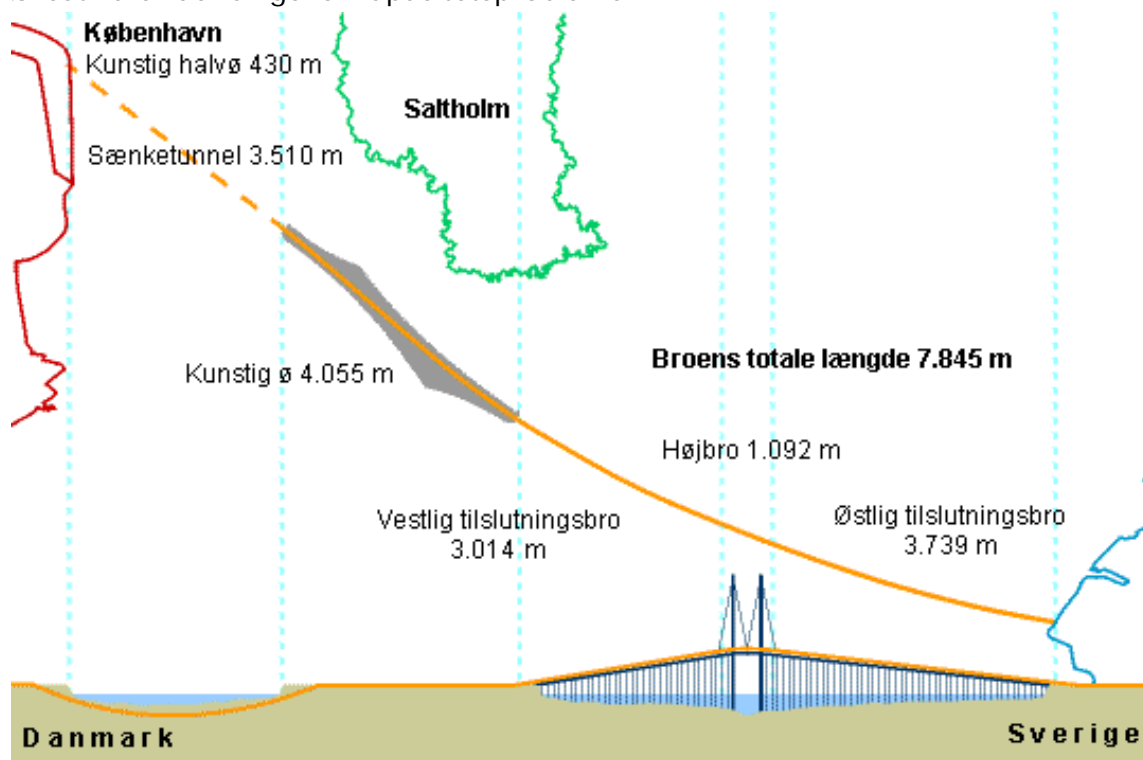
De enkeltsporede strækninger, udfletningerne i niveau og de få stationer der kan håndtere overhaling af godstog af fuld længde giver sammen med den store kapacitetsudnyttelse af strækningen risiko for følgeforsinkelser og netværkseffekter. Følgeforsinkelserne opstår når et forsinket tog forsinket andre tog fx når et forsinket tog i en udfletning spærrer for at rettidigt tog kan krydse det modsatte hovedspor for at komme til en anden banestrækning eller når det ikke er muligt at overhale et forsinket tog. Netværkseffekterne opstår ved at selv små ændringer ét sted i nettet kan påvirke andre tog i netværket – selv langt væk fra hvor den oprindelige ændring blev foretaget, og jo flere køreplansbindinger som følge af enkeltspor, manglende overhalingmuligheder og niveauudfletninger desto større er risikoen for netværkseffekter [Hansen et al 2006] [Landex & Nielsen 2007][Landex 2008]. Med mange netværkseffekter og/eller høj risiko for netværkseffekter kan det være svært/umuligt at opnå en stabil driftsafvikling, hvorfor der ikke kan afvikles så mange (gods)tog som ønsket.

3.2 Øresundsforbindelsen

På trods af at Øresundsbanen til Københavns lufthavn Kastrup først blev indviet i 1998 og Øresundsbroen i 2000, er der allerede i dag kapacitetsproblemer på strækningen. Disse kapacitetsproblemer beskrives i de efterfølgende afsnit.

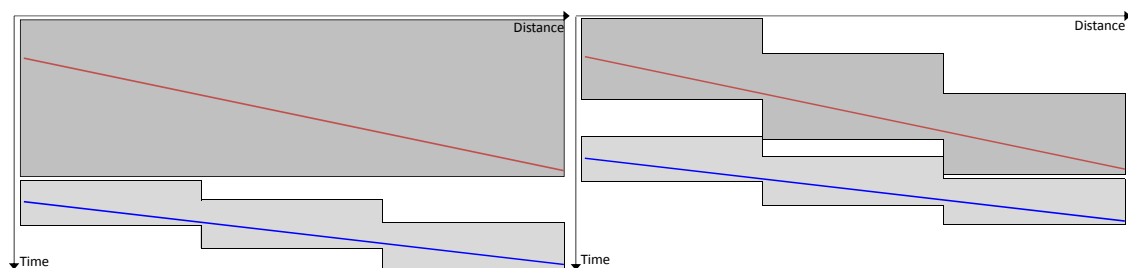
3.2.1 Drogdentunnelen

Forbindelsen over Øresund består af en ca. 8 km lang broforbindelse fra Lernacken i Sverige til den kunstige ø Peberholm, der er ca. 4 km lang, og herfra en ca. 4 km lang sænketunnel (Drogdentunnelen) til Amager, jf. figur 8. Forbindelsen over Øresund har en togfølge på cirka 3 minutter [Øresundsbrokonsortiet 2009], hvilket teoretisk tillader 20 tog i timen i hver retning. Til trods for at der kører væsentlig færre tog på forbindelsen over Øresund er der alligevel kapacitetsproblemer.



Figur 8: Forbindelsen over Øresund [Øresundsbron 2009].

Kapacitetsproblemerne i Drogdentunnelen skyldes at der, hvis der er et godstog i tunnelen, ikke må være andre tog på samme spor, jf. figur 9. Dertil kommer en togfølgetid mellem togene på ca. 4 minutter. Det betyder at togfølgetiden øges når der kører godstog, og der derved ikke er mulighed for at køre så mange tog. Denne øgede togfølgetid sammen med den lange forbindelse betyder at godstog indhentes af passagertog hvorved kapaciteten reduceres yderligere (hvis ikke passagertogene skal reducere hastigheden). I sig selv er kapacitetsproblemerne på forbindelsen over Øresund ikke kritiske, men kombineret med flaskehalsene på landsiden nær forbindelsen øges kapacitetsproblemerne over Øresund.



Figur 9: Eksempel på godstog (brunt tog) og passagertog (blåt tog) med og uden tunnelrestriktion for godstoget (til venstre) og uden tunnelrestriktion (til højre).

3.2.2 Kastrup station

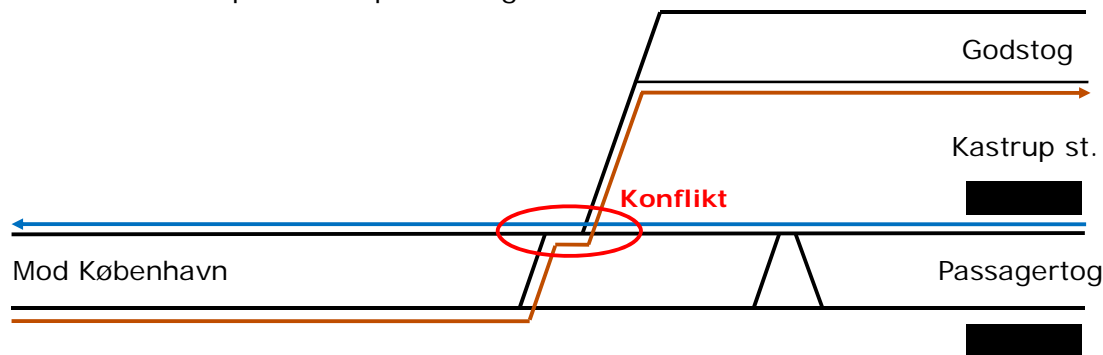
Kastrup station åbnede den 27. september 1998, og er dermed en af de nyeste stationer i Danmark. I 2000 åbnede den faste forbindelse over Øresund, og Kastrup station blev omdannet fra en endestation til en gennemkørselsstation. I efteråret 2008 kørte der op til 8 passagertog og 1-2 godstog i timen hver retning [Dansk Jernbane-Klub 2008]. Til trods for at antallet af tog ikke er "højt" på Kastrup station er der alligevel kapacitetsproblemer. Kapacitetsproblemerne skyldes, at der er en stor passagerudveksling på Kastrup station, at passagererne ofte har meget bagage (så passagerudvekslingen tager længere tid), og at der kun er to perronspor. Den lange passagerudvekslingstid kombineret med at der kun er to perronspor betyder at et (passager)tog kan blokere for at de(t) efterfølgende tog kan komme til perron.

Ud over kapacitetsproblemerne for passagertogene er der også kapacitetsproblemer for godstogene. Godstogenes kapacitetsproblemer skyldes, at godstogene ikke må køre gennem passagerstationen og derfor skal køre udenom, og at tog mod Sverige skal krydse det modgående hovedspor i niveau, jf. figur 10. Det betyder:

- At godstogene mod øst risikerer at skulle vente for modkørende persontog, hvorved bagvedkørende persontog også forsinkes, eller alternativt at persontog mod vest skal vente.
- Eller såfremt godstogene mod øst krydser det modgående hovedspor, så er det ikke muligt for togene fra Kastrup at forlade stationen, da der opstår en konflikt mellem togene der har brug for at benytte samme stykke spor på samme tid.
- At godstog mod vest risikerer at skulle vente på godstog mod øst, da et stykke af shunten til godssporene udenom (passagerdelen af) Kastrup station er enkeltsporet. Således er det endvidere ikke muligt at et godstog fra Sverige kører ud på hovedsporet samtidig med at et godstog mod Sverige passerer, hvorved banekapaciteten reduceres yderligere.

Såfremt vestgående godstog, således har måttet afvente østgående godstogs passage, så skal de accelerere mens de kører ind på hovedsporet, hvorfor toget bruger længere tid i blokafsnittet. Dette reducerer kapaciteten her i forhold til

bagfra kommende tog, i forhold til hvis godstoget havde været fuldt oppe i fart før det kørte ind på hovedsporet – og derved besatte blokafsnittet i kortere tid.



Figur 10: Schematisk sporplan over den vestlige del af Kastrup station med godstog mod Sverige (brun) og passagertog mod København (blå).

3.2.3 Øresundsbanen

Der er i dag kapacitetsproblemer på Øresundsbanen fra Kalvebod (Hvidovre Fjern/København H) til Kastrup. Kapacitetsproblemerne skyldes, at der både kører gennemkørende passager- og godstog samt regionaltog, der standser ved alle stationer. De forskellige togservices betyder, at hurtige tog indhenter de langsommere tog og er nødt til at reducere hastigheden. Dette kombineret med, at der i dag er en togfølgetid på knap 4 minutter betyder at de gennemkørende tog er nødt til at reducere hastigheden.

3.3 København-Ringsted

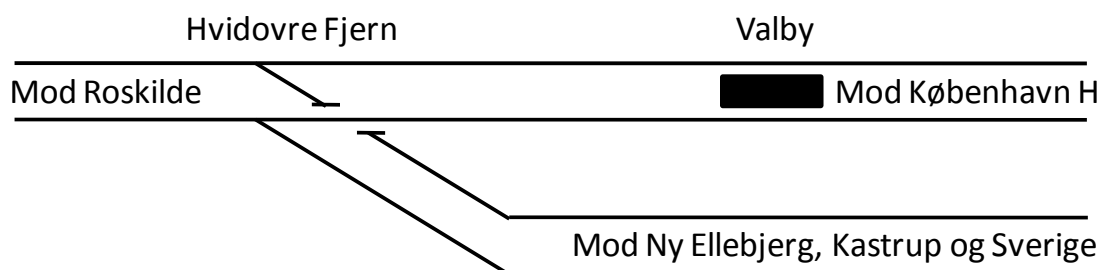
Strækningen mellem København og Ringsted er livsnerven i det danske jernbanesystem, da alle IC- og lyntog til/fra København skal køre på denne bane sammen med Eurocitytog, godstog og regionaltog til det sydlige og vestlige Sjælland. Den manglende kapacitet mellem København og Ringsted betyder, at det ikke er muligt at køre (ret mange) flere tog med en tilfredsstillende regularitet. Som følge af den manglende regularitet indhenter de hurtige (gennemkørende) tog på strækningen de langsommere (standsende) tog, og der er større risiko for at forsinkelser spredes mellem togene. Det betyder, at togenes gennemsnitshastighed reduceres i køreplanen, for at undgå at hurtige tog indhenter langsommere tog, og for at togene i tilfælde af (mindre) forsinkelser har lettere ved at øge hastigheden og derved indhente forsinkelsen. Denne langsommere kørsel med større risiko for at forsinkelser spredes kombineret med begrænsningerne for, hvilken rækkefølge togene kan afgå fra stationerne, betyder at passagererne i dag kommer langsommere frem og har større risiko for forsinkelser som følge af den manglende kapacitet. Samlet set reducerer det mulighederne for at køre godstog gennem Danmark.

Flaskehalsen mellem København og Ringsted – både for landsdelstrafikken, regionaltrafikken og godstrafikken – har været kendt de seneste 30-40 år. I den periode har løbende været udarbejdet analyser og beslutningsgrundlag for

udvidelse af jernbanekapaciteten samtidig med, at der har været foretaget hovedsageligt mindre tiltag for at forbedre kapaciteten ("lappeløsninger")⁵.

3.3.1 Hvidovre Fjern - Høje Taastrup

Hvidovre Fjern resulterer i dag i en kapacitetsbegrænsning for togene fra København H (via Valby) og videre mod Roskilde. Kapacitetsbegrænsningen opstår på trods af, at Hvidovre Fjern er etableret ude af niveau (tog fra Ny Ellebjerg skal ikke krydse sporet mod Valby/København H), jf. figur 11, og skyldes sammenfletningen af togene fra hhv. Ny Ellebjerg og Valby. Konflikterne opstår fordi det som følge af den store (person)togstæthed (især ved forsinkelser) er svært for godstogene fra Sverige/Ny Ellebjerg at passe ind mellem to passagertog fra København H/Valby mod Roskilde.



Figur 11: Udfletningen ved Hvidovre Fjern.

Kommer godstoget "for tidligt" til Hvidovre Fjern i forhold til passagertoget bliver godstoget nødt til at reducere hastigheden—eller standse helt—ved Hvidovre Fjern og afvente passagertoget. Når passagertoget har passeret skal godstoget accelerere og køre ud på banen mod Roskilde, og hvis godstoget har holdt (næsten) stille vil den ekstra tid til acceleration betyde at de(t) efterfølgende passagertog forsinkes. Også hvis godstoget kommer for sent til Hvidovre Fjern i forhold til passagertoget vil der være risiko for at godstoget vil forsinke de(t) efterfølgende passagertog.

Ud over Hvidovre Fjern er hele godsstrækningen fra Hvidovre Fjern⁶ til Høje Taastrup kapacitetsbelastet. Kapacitetsbelastning skyldes primært at alle fjern- og regionaltog til/fra København fra syd og vest skal passere denne dobbeltsporede strækning.

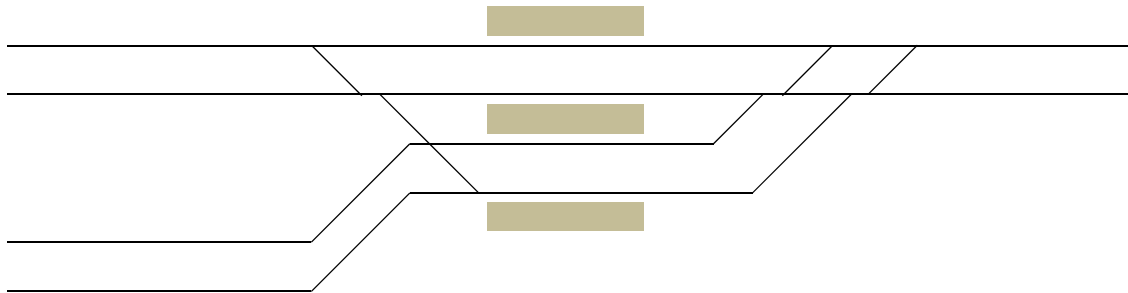
3.3.2 Roskilde – Ringsted

Strækningen mellem Roskilde og Ringsted trafikeres af både gennemkørende godstog, regionaltog samt IC- og Lyntog med forskellige køreegenskaber samt regionaltog der standser på de mellemliggende stationer Viby Sjælland og Borup.

⁵ I 1988 blev 3. og 4. spor mellem Høje Taastrup og Roskilde ibrugtaget. Dette projekt er det største kapacitetsforbedrende tiltag på strækningen.

⁶ For passagertogene er det hele vejen fra København H.

Ringsted station er en forgreningsstation hvor Sydbanen fra Næstved/Nykøbing F møder banen fra Fyn/Jylland. Udfletningen mellem de to baner foregår i niveau, jf. figur 12, hvorfor tog fra København mod Næstved/Nykøbing F/Tyskland og tog der har endestation i Ringsted⁷ skal krydse det modsatte kørespor i niveau. Krydsningerne i niveau reducerer kapaciteten og frihedsgraderne for køreplanlægningen samtidig med at det øger risikoen for at en forsinkelse fra ét tog spreder sig til andre tog.



Figur 12: Skematisk sporplan for gennemkørselssporene på Ringsted station 2009.

Udfletningen ved Ringsted station sammen med den heterogene drift giver køreplansbindinger for togene. Det betyder at kapaciteten på strækningen i dagens situation praktisk talt er opbrugt. I en fremtid med en Femernforbindelse vil kapacitetsproblemerne ved Ringsted station øges (med mindre stationen ombygges) da der vil opstå flere konflikter når der er flere tog der kører fra København og videre mod syd mod Femern og Tyskland.

3.4 Forbindelsen mod Jylland

Strækningen fra Ringsted mod Fyn og Jylland er hovedforbindelsen mellem Sjælland og Fyn/Jylland (og videre mod Tyskland). Det betyder at der i dag kører både gods-, regional-, IC- og lyntog på strækningen, hvilket resulterer i en høj kapacitetsudnyttelse. Det er ikke kun de mange—og forskelligartede—tog der medvirker til den høje kapacitetsudnyttelse, også tunnelrestriktioner, niveauudfletninger og enkeltsporede strækninger er en medvirkende til at begrænse antallet af tog.

3.4.1 Storebæltsforbindelsen

Ligesom på Øresundsforbindelsen er der restriktioner for godstogene når de passerer tunnelen under Storebælt, da der ikke må være andre tog på samme spor som godstoget. Det betyder at togfølgetiden øges når der kører godstog, og der derved ikke er mulighed for at køre så mange tog. Denne øgede togfølgetid sammen med den forholdsvis lange forbindelse betyder at godstog indhentes af

⁷ Også godstog der skal benytte godsbanegården i den sydlige del af stationen skal krydse hovedspor i niveau – dette uanset om togene kommer fra København eller Fyn/Jylland.

passagertog hvorved kapaciteten reduceres yderligere (hvis ikke passagertogene skal reducere hastigheden).

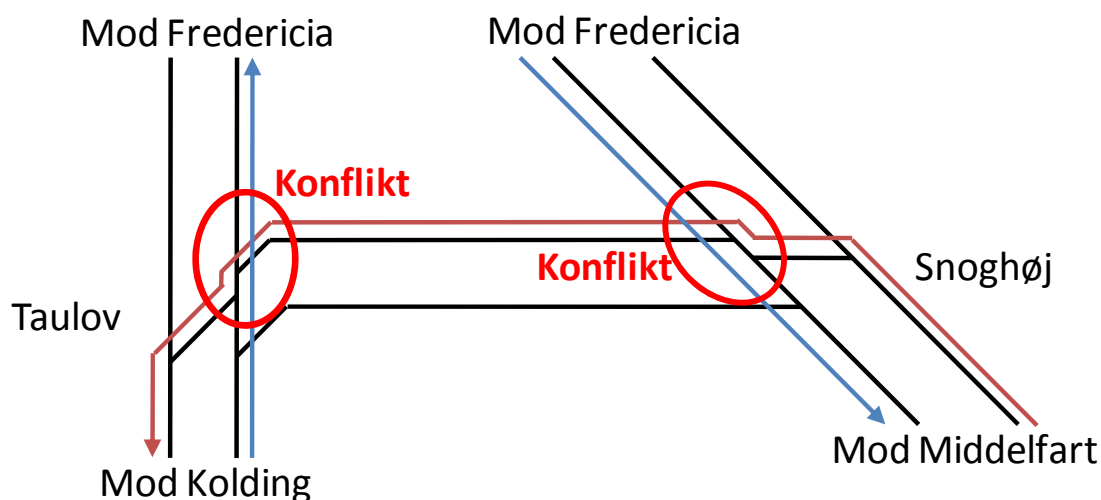
3.4.2 Vestfyn

På den 56 km lange strækning fra Odense til Snoghøj (lige efter Lillebælt) kører der et regionaltoget, to IC-tog, et lyntog og 1-2 godstog pr. time pr. retning. Regionaltoget har 10 standsninger mellem Odense og Snoghøj, mens IC-toget kun standser i Middelfart og lyntoget (og godstogene) er gennemkørende. Den store variation i gennemsnitshastigheden gør at de hurtige IC-/lyntog indhenter de langsommere RE- og godstog, hvorved kapaciteten hurtigt er opbrugt.

3.4.3 Snoghøj og Taulov

Banen mellem Snoghøj og Taulov var en del af landanlæggene til Storebæltsforbindelsen, og åbnede i 1993 som en dobbeltsporet elektrificeret strækning. Banen forbinder banen fra Fredericia til Odense og banen fra Fredericia til Kolding/Lunderskov og derfra videre mod Esbjerg og Tinglev. Banen er primært etableret som en "genvej" for transitgodstogene der så slipper for at skulle køre til Fredericia, hvor lokomotivet skal løbe om.

Både Snoghøj og Taulov er forgretningsstationer i niveau, jf. figur 13, hvorfor der er risiko for konflikter med andre tog. I Snoghøj skal godstog fra Sverige til Tyskland passere det modsatte hovedspor i niveau med risiko for konflikt med RE-, IC- og Lyntog mens godstogene i Taulov skal passere det modsatte hovedspor i niveau med risiko for konflikter med RE-, IC- og EuroCity-tog.



Figur 13: Baneforbindelsen mellem Snoghøj og Taulov med udfletninger i niveau.

I sig selv kører der ikke så mange tog på strækningerne Fredericia–Middelfart, Fredericia–Kolding og Snoghøj–Taulov at en krydsning i niveau er et stort problem, men kombinationen af få frihedsgrader i planlægningen pga. høj kapacitetsudnyttelse mellem Snoghøj og Odense samt den korte afstand (knap 5 km) mellem Snoghøj og Taulov betyder at det bliver sværere at indpasse

godstogene i en køreplan med passagertog, hvorved der opleves kapacitetsproblemer for godstogene.

3.4.4 Sønderjylland

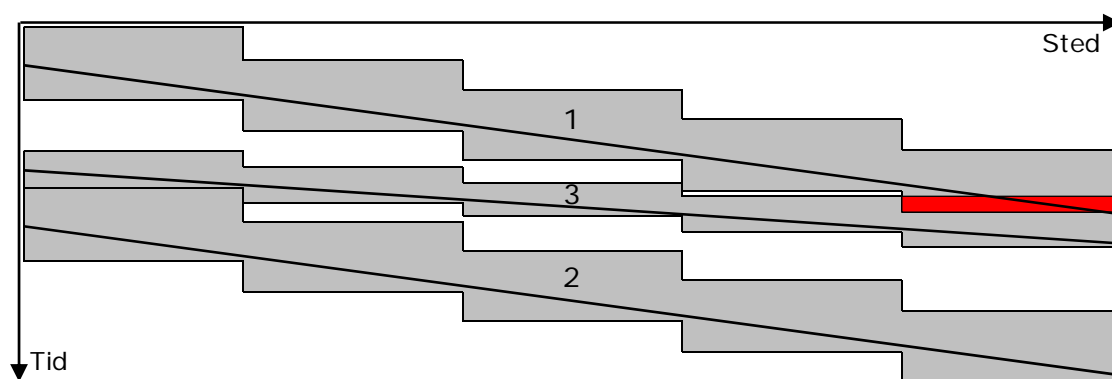
I forbindelse med åbningen af Storebæltsforbindelsen blev der i 1993 vedtaget en lov om udbygning af banen mellem Vamdrup og Padborg til dobbeltspor og elektrificering af denne [Trafikministeriet 1993]. Banen er blevet elektrificeret, men strækningerne Vamdrup-Vojens (ca. 20 km) og Tinglev-Padborg (ca. 15 km) er ikke blevet udbygget til dobbeltspor⁸. Banen trafikeres i dag af både godstog, regionaltog, IC-tog og internationale tog, hvorfor der er forskel i standsningsmønstre og gennemsnitshastigheder. Heterogeniteten kombineret med enkeltsporede strækninger gør at kapaciteten i dag er udnyttet fuldt ud.

4 Fremtidens udfordringer

Med trafikinvesteringsplanen [Transportministeriet 2009] vil jernbanens infrastruktur blive udbygget, hvilket vil kunne aflaste nogle af de flaskehalse der findes i dag. En udbygning af infrastrukturen kan imidlertid også—som følge af netværkseffekter [Hansen et al 2006] [Landex & Nielsen 2007]—resultere nye kapacitetsflaskehalse som følge af ændrede driftsoplæg. Disse nye kapacitetsflaskehalse sammen med flere og hurtigere togforbindelser vil give nye udfordringer for godstrafikken fra Sverige til Tyskland de kommende år.

4.1 Timemodellen

Ved indførelse af Timemodellen, hvor lyntogene kører på én time mellem de største byer i Danmark vil forskellen på hastigheden mellem de hurtigste og de langsomste tog øges. Når hastigheden på de hurtigste tog øges indhenter de hurtige tog hurtigere de langsomme tog hvorved der opstår togfølgekonflikter, jf. figur 14.



Figur 14: Togfølgekonflikt (rød markering) som følge af at det hurtige tog hurtigere indhenter de langsomme tog. Baseret på [Landex 2008].

⁸ Dobbeltsporet på strækningen mellem Vojens og Tinglev blev åbnet i 1996.

Eftersom Timemodellen vil øge hastighedsforskellen på de hurtigste og de langsomste tog vil kapaciteten på hovedbanenettet mellem de største byer blive udnyttet mere intensivt. Den mere intensive jernbanedrift på hovednettet vil betyde at det bliver vanskeligere at indpasse flere godstog og at der er risiko for at det vil være nødvendigt at overhale godstogene flere gange hvorved køretiden gennem Danmark øges.

Med en kommende Femernforbindelse vil kapaciteten gennem Danmark via Fyn kunne aflastes. Det skyldes at op til to transitgodstog pr. retning mellem Sverige og Tyskland fremover vil kunne ledes via Femern.

4.2 Femernforbindelsen

Den kommende faste forbindelse over Femern vil øge fleksibiliteten for godstogene fra Sverige til Tyskland da transitgodstogene vil kunne køre enten via Fyn og Jylland eller via Femern-forbindelsen⁹. Den øgede fleksibilitet betyder at der er større mulighed for at udnytte infrastrukturen og kapaciteten optimalt. Med Femern-forbindelsen vil der dog opstå kapacitetsbegrænsninger på strækningen fra Ringsted til Tyskland.

4.2.1 Storstrømsbroen

Mellem Vordingborg og Masnedø samt mellem Orehoved og Rødby udbygges banen til dobbeltspor. Det betyder at Storstrømsbroen (ca. 3,7 km mellem Masnedø og Orehoved) vil forblive enkeltsporet, hvilket kan blive en flaskehals når der på sigt skal køre to godstog og to passagertog i timen hver retning.

Den høje kapacitetsudnyttelse på Storstrømsbroen kan gøre det nødvendigt at bundte togene over Storstrømsbroen således at der (til tider) kører flere tog i samme retning over broen før togene begynder at køre i den modsatte retning¹⁰. Når godstog og passagertog kører med forskellig gennemsnitshastighed vil det være nødvendigt at lade disse tog indhente hinanden omkring Storstrømsbroen, hvorfor det vil være nødvendigt med en overhaling af godstoget umiddelbart før eller efter Storstrømsbroen, hvorved godstogene pga. manglende kapacitet vil få forlænget køretid.

Enkeltsporet over Storstrømsbroen betyder at det vil være nødvendigt at tilpasse køreplanen til/fra København og Hamborg efter denne enkeltsporede strækning. Det betyder at kapacitetsbegrænsningerne på de øvrige flaskehalsstrækninger og knudepunkter til en vis grad skal tilpasses enkeltsporsdriften over Storstrømsbroen med risiko for netværkseffekter til følge, hvorved der kan risikeres en langsommere og dårligere køreplan for både passager- og godstog.

⁹ Selv med en fast Femern-forbindelse vil nogle tog fortsat køre via Fyn og Jylland – dels for at betjene kombiterminalen i Taulov og dels pga. kommende kapacitetsproblemer på den nye faste forbindelse.

¹⁰ Denne bundtning vil kun øge kapaciteten såfremt der opstilles signaler på Storstrømsbroen – i de foreløbige planer indgår der et AM-signal på Storstrømsbroen i hver retning.

I tilfælde af driftsproblemer/forsinkelser kan det risikeres at et godstog bliver nødt til at stoppe umiddelbart før Storstrømsbroen og afvente at det modkørende tog har passeret broen. Et sådant stop vil betyde at godstoget skal accelerere op ad bakke¹¹, hvilket vil tage længere tid end en glidende kørsel (især hvis det er et tungt godstog). Denne længere tid for at passere Storstrømsbroen kan resultere i at trafikken den modsatte retning også forstyrres yderligere med flere forsinkelser til følge.

4.2.2 Femern-forbindelsen

Femern-forbindelsen kan etableres som en broforbindelse eller en tunnelforbindelse. Følges de danske regler for godstog i tunneler som på Øresund og Storebælt, hvor der ikke må være andre tog i tunnelrøret samtidig med godstoget, vil broforbindelsen have den markant største kapacitet. Det skyldes at en tunnel vil få en længde på knap 20 km, hvorved hvert godstog vil besætte blokafsnittene i tunnelen op mod ca. 15 minutter.

Hvis det ikke ønskes at bundte passagertogene i en tunnelforbindelse under Femern bælt vil det kun være muligt at køre op til 4 tog pr. time i hver retning. Det begrænsede togantal vil i sig selv være en kapacitetsbegrænsning, men kombineret med de øvrige kapacitetsbegrænsninger kan det risikeres at togantallet reduceres yderligere og/eller at køretiderne øges.

4.2.3 Puttgarden-Lübeck-Hamburg

Strækningen fra Puttgarden til Lübeck er i dag enkeltsporet, og ifølge aftalen om Femern-forbindelsen kan banen forblive enkeltsporet syv år efter åbningen af Femern-forbindelsen. Den enkeltsporede strækning vil være en kapacitetsbegrænsning de første år, såfremt strækningen ikke er klar til åbning i 2019. Efter udbygning til dobbeltspor vil kapacitetsproblemerne reduceres, men Fehmarnsund-broen (ca. 1 km lang bro mellem øen Femern og det Tyske fastland) vil fortsat være enkeltsporet. Fehmarnsund-broen vil selv om det er en kort strækning begrænse kapaciteten som følge af, at mulighederne for hvornår togene afvikles, vil reduceres. I sig selv er den enkeltsporede Fehmarnsund-forbindelse ikke et større kapacitetsproblem, men i kombination med de øvrige kapacitetsflaskehalse kan kapaciteten begrænses yderligere.

4.3 Øresundsforbindelsen

Med en forventet øget transitgodstogstrafik gennem Danmark kombineret med en fortsat vækst i antallet af passagerer der rejser mellem Danmark og Sverige vil Øresundsforbindelsen blive en større flaskehals end den er i dag. Det skyldes forskellen i hastighed kombineret med de forholdsvis lange afstande mellem stationerne hvorved godstogene ikke kan indhente passagertogene i ved

¹¹ Acceleration op ad bakke er især tilfældet for tog mod syd.

stationerne (og derved opnå en tilnærmelsesvis homogen drift), jf. **Error! Reference source not found.** Derudover kører der mange passagertog på (dele af) Øresundsforbindelsen, der er en manglende perronsporskapacitet på Kastrup og der er restriktioner for godstogene i tunnelen under Øresund.

4.4 Terminaler

Den danske kombitrafik betjenes hovedsageligt af to kombiterminaler i henholdsvis Høje Taastrup og Taulov. Begge terminaler er placeret på den nuværende transitroute Sverige-Danmark-Tyskland. Terminalerne er nedslidte og indretningen er ikke optimal [Trafikstyrelsen 2007b]. Eksempelvis er læssesporene i Taulov 600 meter lange mens de i Høje Taastrup kun er op til 490 meter (flere er kun 300 meter), men mulige at forlænge til 600 meter. Med toglængder på op til 835 meter er det nødvendigt med flere rangeringer og der spildes terminalkapacitet.

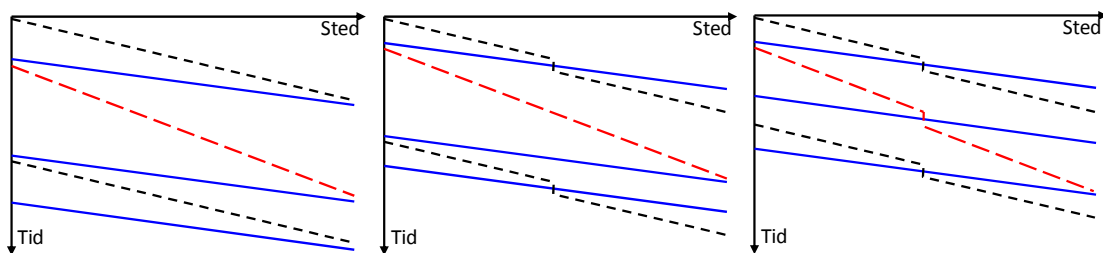
Både terminalen i Høje Taastrup og Taulov har ledig kapacitet, men kapaciteten kan kun vanskeligt udnyttes det kan være vanskeligt at finde ledige godstogskanaler på tidspunkter med ledig kapacitet og der mangler henstillingsplads. Samlet set betyder det at terminalernes kapacitet og tilstand er en væsentlig flaskehals for en vækst i den kombinerede transport [Trafikstyrelsen 2007b].

5 Fremtidens muligheder

Selvom der i dag er mange kapacitetsbegrænsninger på godstransitkorridoren gennem Danmark, og der vil komme flere og nye begrænsninger når trafikken (både passager og gods) øges, vil det være muligt at øge korridorens kapacitet. Den kapacitetsmæssigt bedste måde at sikre tilstrækkelig kapacitet i korridoren er ved at udbygge korridoren med flere spor og nye baner, men det er en dyr løsning der ikke vil kunne gennemføres på kort tid. På kort sigt (op til 10-15 år) er der imidlertid en række muligheder for at øge kapaciteten på godstransitkorridoren. De efterfølgende afsnit beskriver de muligheder der er for at øge kapaciteten i korridoren på kort sigt.

5.1 Overhaling

En af de mest gængse metoder til at udnytte infrastrukturen så effektivt som muligt og derved skabe mere kapacitet på jernbanen er overhalinger. Det skyldes at de hurtigste tog efter en overhaling kan fortsætte med "høj" hastighed, jf. figur 15. Fordelen ved overhalinger er at der kan opnås mere kapacitet forholdsvis billigt, men det sker på bekostning af de langsommere tog—typisk godstog—der som følge af overhalingen får en længere køretid og derved dårligere konkurrenceforhold i forhold til andre transportformer.

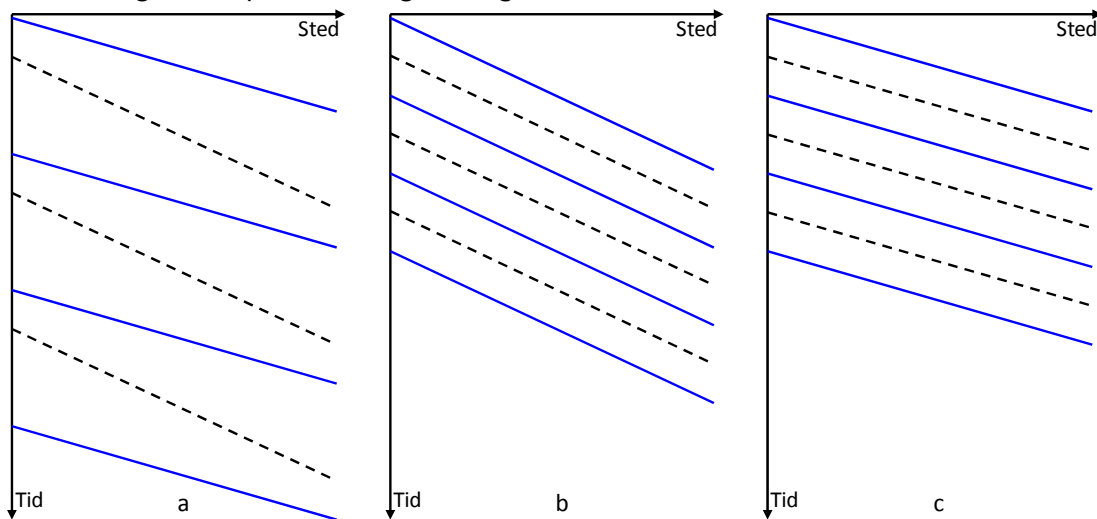


Figur 15: Overhaling resulterer i mere kapacitet.

For at det kan lade sig gøre at overhale kræver det at der er tilstrækkeligt medspor på stationerne. Alternativt kan togene overhale på fri bane, men det kræver at der over en længere strækning er tilstrækkeligt mange—typisk fire—strækningsspor til rådighed.

5.2 Mindre heterogen drift

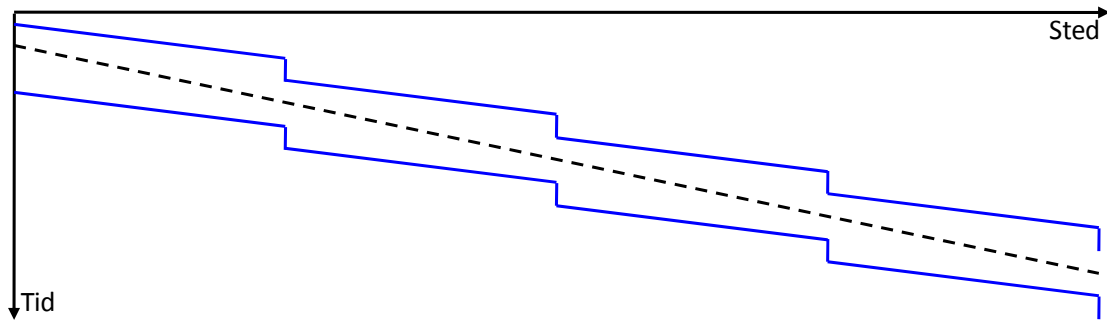
En kombination af gods-, RE-, IC- og lyntog resulterer i en heterogen drift hvor de hurtige tog indhenter de langsommere tog. En køreplan med en kombination af hurtige og langsomme tog kræver længere tid at afvikle end en mere homogen køreplan, jf. figur 16. Når driften gøres mere homogen som følge af kapacitetsproblemer er det ofte de langsomste tog der bliver bestemmende for den hastighed de hurtigere tog kan køre med (del b i figur 16), hvorved passagererne i de hurtige tog kommer langsommere frem (hvis ikke de langsomste tog bliver overhalet). Ved i stedet øge gennemsnitshastigheden for de langsomste tog¹² (del c i figur 16) vil det være muligt at opnå en mere homogen drift – og dermed en bedre kapacitetsudnyttelse – uden at det går ud over hastigheden på de hurtigere tog.



Figur 16: Forskellige køreplaner - heterogen køreplan (a), homogen køreplan efter de langsomste tog (b) og homogen køreplan efter de hurtigste tog (c).

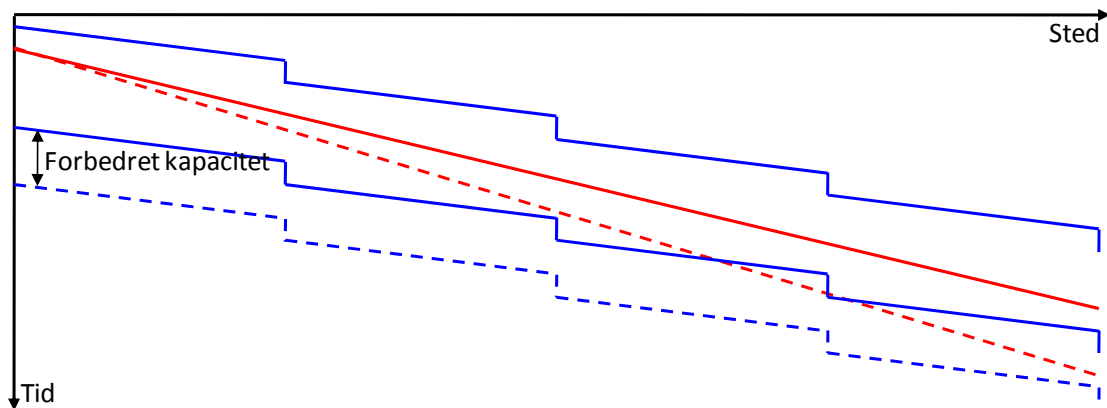
¹² Fx gennem kortere stationsophold/ændrede afgangsprocedurer og færre køretidstillæg på strækningerne mod større tillæg på de større stationer.

At øge hastigheden for godstog der ofte er blandt de langsomste tog kræver ofte investeringer i eksempelvis nye og kraftigere lokomotiver og tilpasning af signalsystemet så godstogene fortsat kan nå at standse for et restriktivt signal¹³. Hastighedsforøgelsen for godstogene behøver ikke at være så stor, at godstogene kører med ligeså høj maksimalhastighed som passagertogene. Dette skyldes at der ofte vil være passagertog der standser ved stationer undervejs mens godstogene er gennemkørende, og godstogene derved kan indhente passagertogene når de holder stille ved stationen, jf. figur 17.



Figur 17: Gennemkørende godstog (stiplet) med en hastighed der modsvarer standsende passagertog.

Selvom driften fortsat vil være heterogen efter at godstogenes hastighed er blevet øget, vil godstogenes mulige højere hastighed fortsat resultere i en bedre kapacitetsudnyttelse. Det skyldes at det vil tage længere tid for de hurtige tog at indhente godstogene, hvorved togene kan køres tættere, jf. figur 18. I Danmark pågår der et arbejde for at tillade godstog at køre maksimalt 120 km/t (mod maksimalt 100 km/t i dag) for godstog op til 650 meter eller 1650 ton.



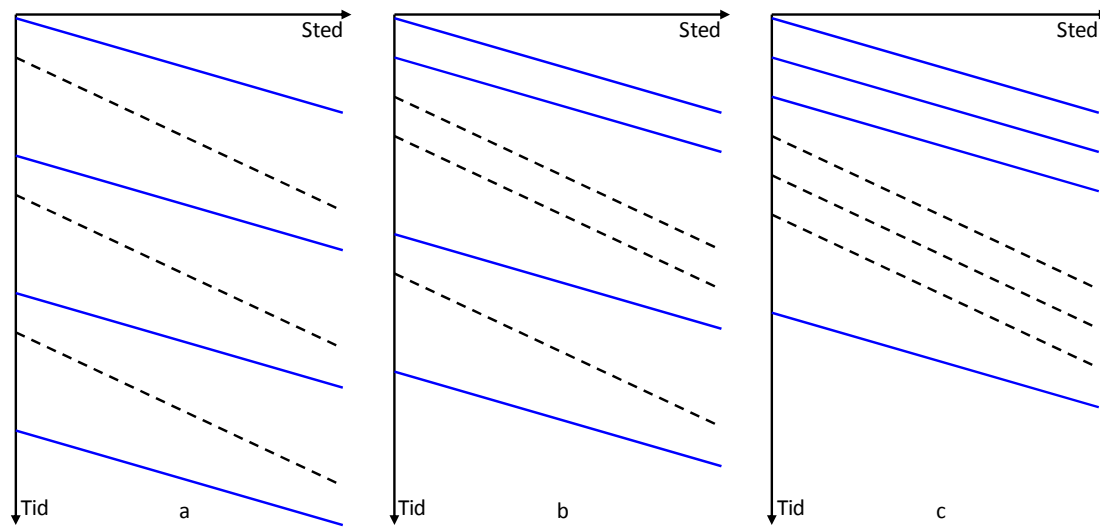
Figur 18: Bedre kapacitetsudnyttelse ved at hæve hastigheden for godstoget (rødt) - stiplede tog er før hastigheden for godstoget blev øget.

5.3 Bundtning af tog

For at skabe mere kapacitet kan det være nødvendigt at bundte togene, således at hurtige tog kører umiddelbart efter hinanden og langsomme tog umiddelbart

¹³ For passagertog er der flere muligheder ved eksempelvis også at reducere holdetiden ved stationerne.

efter hinanden, jf. figur 19. En sådan bundtning af togene reducerer heterogeniteten i køreplanen hvorved der opnås en bedre udnyttelse af kapaciteten.



Figur 19: Bundtning af tog - ingen bundtning af tog (a), delvis bundtning af tog (b) og fuldstændig bundtning af tog (c).

Selvom bundtning af tog resulterer i mere kapacitet har bundtning den ulempe, at tog af samme type afgår umiddelbart efter hinanden. Eksempelvis vil alle IC-tog afgå først, hvorefter alle regionaltog der springer stationer over afgår, hvorefter til sidst de langsomste regionaltog (der standser ved alle stationer) og godstogene afgår. Efter alle togene er afgået vil der være en længere periode uden tog, hvorefter IC-togene igen afgår først efterfulgt af de langsomme tog. Denne bundtede køreplan foretrækkes ikke af passagererne, da de foretrækker at togene mod fx København afgår med fast frekvens, hvorfor løsningen oftest er uinteressant for persontogsoperatørerne. For godstogsoperatørerne resulterer bundtningen dog ikke i en dårligere køreplan da det ofte vil være forskellige godstogsoperatører der kører togene og godskunderne ikke bare kan skifte mellem de forskellige operatører.

5.4 Lempelse af tunnelrestriktioner

Restriktionerne for godstogene i tunnelerne under Øresund og Storebælt, hvor der ikke må befinde sig andre tog på samme spor når der er et godstog i tunnelen kan lempes, hvorved der vil opnås mere kapacitet. I Schweiz, der har mange jernbanetunnel, må der gerne køre andre tog i tunnelerne samtidig med at der er godstog, men hvis et godstog medfører (tilstrækkelig meget) farligt gods må der kun findes andre godstog (ikke passagertog) i tunnelen samtidig.

Ved at indføre tilsvarende regler omkring godstogsrestriktionerne i tunnelerne vil der opnås en væsentlig større fleksibilitet i driftsafviklingen og det vil være muligt at køre togene tættere, hvorved flaskehalsene aflastes. I grove træk vil det på Storebælt og Øresund ved bundtning—og ved kun at fokusere på tunnelforbindelserne isoleret—være muligt at køre op til to godstog for hvert

godstog der kører med tunnelrestriktioner. Ved en tunnelforbindelse under Femern Bælt vil der pga. den væsentlig længere tunnel kunne opnås en endnu større kapacitetsgevinst.

5.5 Tog med større kapacitet

Ved at have større kapacitet i togene vil det være muligt at transportere henholdsvis mere gods og flere passagerer i hvert tog, hvorved det ikke vil være nødvendigt at køre helt så mange tog og flaskehalsene aflastes.

I Danmark er der en tradition for at køre passagertogene med nogenlunde samme frekvens hen over dagen, og så op- og nedformere togstørrelsen efter antallet af passagerer. Ved i stedet at køre færre, men længere tog (evt. dobbeltdækker tog) udenfor myldretiderne vil der opnås bedre mulighed for at køre flere godstog i disse perioder. Færre, men længere, passagertog vil resultere i en dårligere service for passagererne, hvorfor der må forventes færre passagerer. På den baggrund vil det formentlig ikke være muligt at reducere antallet af tog udenfor myldretiderne på hovedstrækningerne hvor de fleste godstog kører.

I stedet for (eller som supplement til) at køre færre passagertog med større siddepladskapacitet kan hvert godstog transportere mere gods. Godskapaciteten pr. tog kan øges ved at indføre længere godstog og/eller tillade mere gods pr. vogn. Der kan sikres mere gods per vogn ved at øge akseltrykket. Dette er dog kun en fordel for tungt gods. En anden – mere langsigtet – mulighed er at muliggøre bredere eller højere vogne ved at ændre det såkaldte fritrumsprofil for godstogene. Dette kan dog på mange strækninger være kostbart, da eksempelvis signaler kan risikeres at skulle flyttes og tunnelprofiler kan være for små, mv.

I Danmark er den maksimalt tilladte længde for godstogene 835 meter, mens den andre steder i Europa er kortere. I Sverige arbejdes der på at øge den maksimale længde for godstogene til 750 meter, og Tyskland har planer om at øge maksimallængden til 900 meter. De længere godstog kræver længere overhalingsspor og krydsningsstationer langs hele ruten, så godstog kan overhales og/eller krydse andre tog. For transitgodstogene (som udgør størstedelen af den danske godstrafik) er det derfor ikke muligt at øge længden af godstogene uden at det også sker i Sverige og Tyskland (som minimum til/fra hhv. Malmö og Machen godsbanegårde).

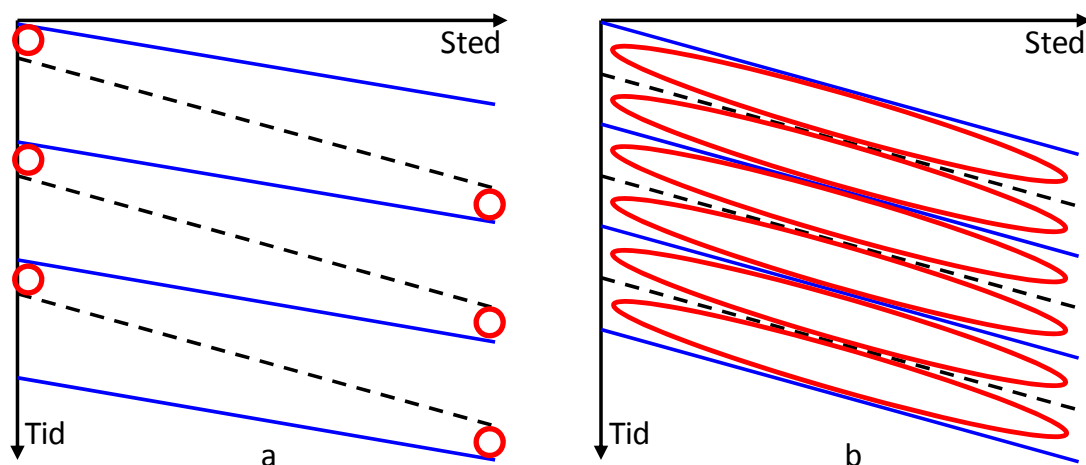
I Danmark må togene (som i det meste af Europa) generelt set have et maksimalt akseltryk på 22,5 ton. Hvis det maksimalt tilladte akseltryk blev øget ville det være muligt at transportere mere gods pr. godsvogn. I Sverige er der på mange banestrækninger tilladt at køre med højere akseltryk (25 ton eller endda 30 ton) [Banverket 2009]. At tillade større maksimalt akseltryk er ligesom den maksimale toglængde et arbejde der skal koordineres med nabolandene for at transitgodstogstrafikken skal kunne udnytte det højere akseltryk. Det højere

akseltryk vil stille større krav til infrastrukturen, herunder broernes bæreevne, hvorfor det formentlig vil være nødvendigt med større infrastrukturarbejder.

Kørsel med længere, tungere, højere og/eller bredere godstog, så man f.eks. kan nøjes med et godstog i stedet for to, er ikke nødvendigvis en så stor fordel, som det måske kan tyde på. Dette skyldes togenes videre kanaler ned i Europa. Eksempelvis kan det være at et godstog kl. 10.15 over Øresund, lige netop kan nå en ledig godskanal fra Hamborg og videre mod Sydtyskland, mens et godstog kl. 10.45 er planlagt at køre til Rotterdam. Kobles de to tog til et større, der kører kl. 10.15 over Øresund, skal det så bortrangeres i Hamborg (Maschen godsbanegård) for at skilles i to mod hhv. Sydtyskland og Rotterdam. Men det giver dels en øget omkostning, dels risikeres det, at ingen af togene når deres videre godskanal, og derfor måske forsinkes.

5.6 ERTMS

En udskiftning af signalsystemerne og optimering af togfølgen kan give mere kapacitet på banen, men i tilfælde af en heterogen køreplan som følge af en blanding af gods- og passagertog er kapacitetsgevinsten mindre end for homogene køreplaner, jf. figur 20. Den mindre kapacitetsgevinst for heterogene køreplaner skyldes at togene indhenter hinanden, hvorfor der "kun" kan opnås kapacitetsforbedringer hvor togene indhenter hinanden og ikke langs hele strækningen. Et nyt signalsystem og optimering af togfølgen vil derfor have størst effekt på strækninger med tilnærmelsesvis homogen drift og i flaskehalse, hvorfor kapacitetsgevinsten er begrænset på de danske hovedstrækninger.



Figur 20: Mulighed for at optimere togfølgen med ERTMS level 2 (markeret med rødt) for heterogen køreplan (a) og homogen køreplan (b).

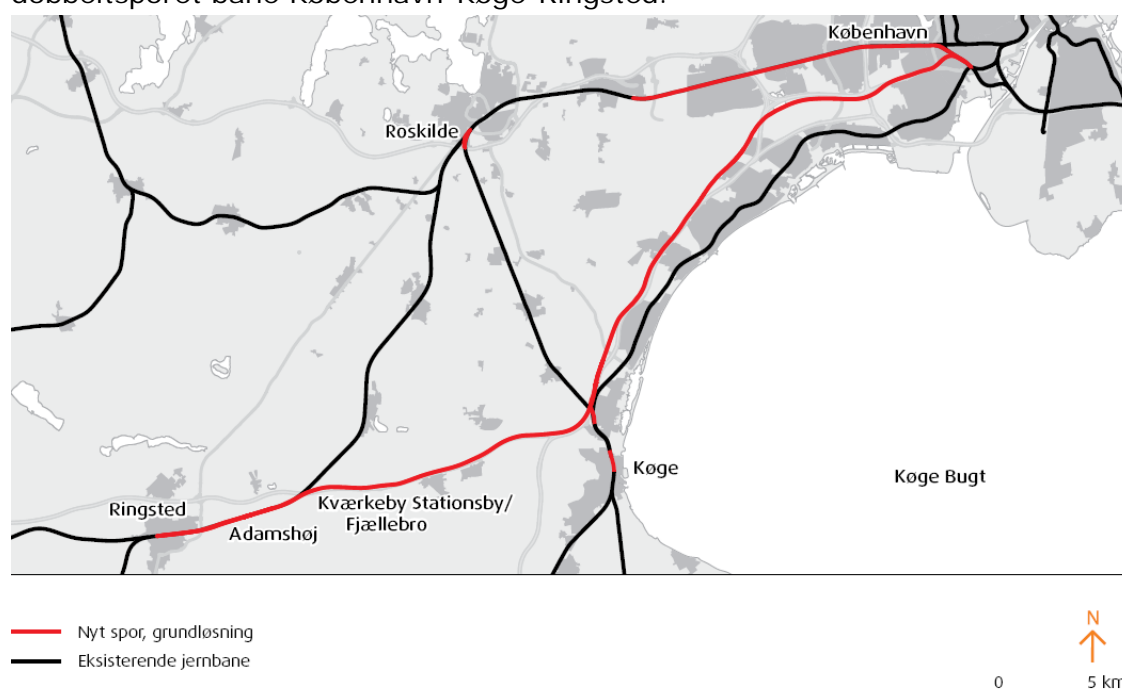
5.7 Udfletninger ude af niveau

På godstransitkorridoren er der en del udfletninger i niveau. Her er det nødvendigt at planlægge trafikken således at der ikke kører tog i nabosporet når et tog er nødt til at krydse over for at komme ud på en anden bane. Mange niveauekrydsninger begrænser mulighederne for at lægge en køreplan, og derved

begrænses mulighederne for at køre tog – og køre togene med høj kvalitet. Ved at sikre niveaufri udfletninger når der bygges nye baner, heriblandt ved Ny Ellebjerg, Køge og Ringsted ved en ny bane mellem København og Ringsted, sikres det at der ikke i fremtiden vil opstå kapacitetsbegrænsninger som følge af udfletninger i niveau. På de eksisterende udfletninger (Kastrup, Næstved, Snoghøj, Taulov og Tinglev) og ved kombiterminalerne vil det også være nødvendigt at etablere niveaufri udfletninger.

5.8 København-Ringsted

Der er for øjeblikket ved at blive udarbejdet beslutningsgrundlag for to mulige løsninger på kapacitetsproblemerne (se figur 21), hvor den mest ambitiøse løsning er etablering af en ny dobbeltsporet bane fra København til Ringsted via Køge (den såkaldte Nybygningsløsning). I Trafikinvesteringsforliget fra 2009 [Transportministeriet 2009] er der afsat 10 mia. kr. til at udvide kapaciteten mellem København og Ringsted, hvilket svarer til budgettet for at bygge en ny dobbeltsporet bane København-Køge-Ringsted.



Figur 21: Kapacitetsudvidelser mellem København og Ringsted [Trafikstyrelsen, 2008B].

5.8.1 Nybygningsløsningen

To jernbanestrækninger til/fra København vil betyde at togene ind/ud af København vil kunne overhale hinanden, hvorved det bliver lettere at indpasse godstog i køreplanlægningen – også ad hoc.

Nybygningsløsningen muliggør at godstogene også kan køre fra København til Tyskland via Køge og Lille Syd (banen mod Haslev). Den forbedrede tilgængelighed til Køge og Lille Syd vil betyde at det vil kunne være muligt at køre mere direkte fra Sverige/København til Tyskland via Køge og Næstved. Dette kan blive en fordel for godstogene der i så fald ikke nær så hurtigt vil blive

indhentet af lyntogene fra København via Køge og Ringsted til Fyn og Jylland. Gods via Lille Syd vil dog kræve en elektrificering af banen mellem Køge og Næstved, samt formentligt forskellige opgraderinger af signal- og sikringsanlæg, fjernelse af krydsninger af veje i niveau, ombygning af stationer, m.v.

5.8.2 Udbygningsløsningen

Femtesporsløsningen, hvor der etableres et ekstra spor mellem Hvidovre og Høje Taastrup vil kun tillade få ekstra tog, og løsningen vil ikke sikre den større robusthed i tilfælde af driftsuregelmæssigheder som nybygningsløsningen, da alle tog er nødt til at køre ad samme bane. Det nye femte spor er planlagt til at blive brugt af to godstog pr. time pr. retning. Kapacitetsgevinsten mellem København og Roskilde kan derfor risikere at være forsvundet når de to ekstra transitgodstog mellem Sverige og Tyskland som svenskerne regner med kommer.

Femtesporsløsningen udvider derudover ikke kapaciteten mellem Roskilde og Ringsted, der fortsat kun vil have 2 spor. Dette betyder at der her vil være en flaskehals, idet der er 4 spor mellem Høje Taastrup og Roskilde, og 2 spor videre mod Vestdanmark fra Ringsted og 2 spor mod Femern fra Ringsted, men kun 2 spor mellem Roskilde og Ringsted.

6 Opsummering

Danmark er et af de lande i Europa der udnytter jernbanekapaciteten mest intensivt – især på hovedbanenettet. I og med at godstransitkorridoren fra Sverige via Danmark til Tyskland kører ad hovedbanenettet kører transitgodstogene på nogle af de mest kapacitetsbelastede baner i Danmark. Dette kombineret med at der er strækninger med enkeltspor, mange udfletninger i niveau og et begrænset antal overhalingsstationer gør at der er høj risiko for følgeforsinkelser og netværkseffekter.

De kommende år bygges Femernforbindelsen, som vil aflaste dele af den nuværende godstransitkorridor, men det vil også give nye udfordringer da der vil komme nye kapacitetsbegrænsninger på strækningen fra Ringsted via Femern til Hamborg – også selvom banen udbygges. Den frigjorte kapacitet på godstransitkorridoren via Fyn og Jylland vil blive udnyttet når Timemodellen indføres da passagertogene da øger hastigheden og derved hurtigere vil indhente godstogene hurtigere. Det betyder at kapaciteten for den forventede udvikling i godstog gennem Danmark vil være utilstrækkelig.

For at sikre tilstrækkelig kapacitet til den forventede udvikling i godstrafik gennem Danmark er det nødvendigt at udbygge kapaciteten på banen mellem København og Ringsted samt forbedre signalsystemet ved etablering af ERTMS. Derudover kan infrastrukturen udbygges med niveaufri udfletninger, flere—og længere—overhalingsstationer og højere tilladt akseltryk, så der kan køre flere, længere og tungere godstog.

Hvis ikke der er tilstrækkeligt med midler til at øge kapaciteten tilstrækkeligt gennem udbygninger på kort sigt, kan det være nødvendigt at ændre køreplanerne (med dårligere service til følge). Disse køreplansændringer kan være sikre en mere homogen drift ved at reducere hastigheden på de hurtigste tog (eller øge gennemsnitshastigheden på de langsomme tog) og planlægge flere overhalinger (som dog kræver flere overhalingsstationer hvor lange godstog kan overhales).

7 Referencer

Banedanmark 2008, *Netredegørelsen 2008*, Banedanmark, Danmark.

Banverket 2009, www.banverket.se, 3. august 2009.

Dansk Jernbane-Klub 2008, Dansk Jernbane-Klub 2008. Jernbanen nr. 6. december 2008.

DR.dk 2008, Godstrafikken er fordoblet siden 2005, 14. oktober 2008.

Hansen, S., Landex, A. & Kaas, A.H. 2006, *The network effects of railway investments*, Proceedings fra 10. internationale konference om Computers in Railways, eds. J. Allan, C.A. Brebbia, A.F. Rumsey, G. Sciutto, S. Sone & C.J. Goodman, WITpress, Storbritanien, pp. 45.

Ingvardson, J.B., Jensen, J.K. 2009, *Vurdering af multimodel corridor omkring København*, Bachelorprojekt ved DTU Transport.

Landex, A. 2008, *Methods to estimate railway capacity and passenger delays*, Ph.D.-afhandling, DTU Transport.

Landex, A. & Nielsen, O.A. 2007, *Network Effects in Railways*, Trafikdage på Aalborg Universitet.

Oresundsbron 2009, www.oresundsbron.dk, 9. april 2009

Regeringen 2008, *Bæredygtig transport – bedre infrastruktur*, <http://www.trm.dk/sw220245.asp>.

Schneider-Tilli, J. 2009, *Ny bane: København-Ringsted*. Foredrag (overheads) ved konferencen "Jernbanen på vej mod 2020". København 18. maj 2009.

Trafikministeriet 1993, *Lov om udbygning af banestrækningen mellem Vamdrup og Padborg*, Lov nr. 218 af 28/04/1993.

Trafikstyrelsen 2008, København-Ringsted projektet, Miljøreddegørelse 1 – høringsudgave.

Trafikstyrelsen 2007, Strategiske perspektiver for udviklingen af baneinfrastrukturen, Dok. Nr. 52.1.

Trafikstyrelsen 2007, Kombiterminalernes fremtid – Kapacitetsforhold, økonomisk bæredygtighed og organisatorisk ramme for kombiterminalerne i Taulov og Høje Taastrup, Hovedrapport.

Transportministeriet 2009, *En grøn transportpolitik*, 29. januar 2009.

UIC 2004, *Capacity (UIC code 406)*, Den Internationale Jernbaneunion (UIC), Paris, Frankrig.

Øresundsbrokonsortiet 2009, Plads til flere tog over Øresund.